

中東産油国の石油埋蔵量評価と生産増大への課題

著者	武石 礼司
権利	Copyrights 日本貿易振興機構（ジェトロ）アジア 経済研究所 / Institute of Developing Economies, Japan External Trade Organization (IDE-JETRO) http://www.ide.go.jp
雑誌名	現代の中東
巻	36
ページ	2-35
発行年	2004-01
出版者	日本貿易振興機構アジア経済研究所
URL	http://hdl.handle.net/2344/00005784

中東産油国の石油埋蔵量評価と 生産増大への課題

武 石 礼 司

はじめに 本稿のねらい

石油埋蔵量および生産量に関する楽観論と
悲観論

中東の石油埋蔵量

中東諸国の石油生産状況

石油埋蔵量と石油生産量

中東諸国の石油生産量

まとめ 中東産油国の石油依存と今後の
課題

おわりに

はじめに 本稿のねらい

中東産油国の石油埋蔵量評価に関して、埋蔵量（確認可採埋蔵量、以下、特に別途記載しない限り本稿中では埋蔵量をこの意味で用いる）が今後も着実に追加されるとの見方と、追加される量は少ないとの見方の、楽観論と悲観論の二つの考え方が出されており、世界を二分する論争が現在進行中である。本稿では、この埋蔵量に関する議論の内容を検討するとともに、中東諸国のうちでも、サウジアラビアなどの大規模石油生産国ではないオマーンなどの中堅規模以下の産油国においては、悲観論が当てはまる可能性が出てきている点を、オマーンの事例を紹介することで確認してみ

たい。

続いて、石油生産量と埋蔵量との関係につき検討を加える。1900年代前半に欧米ロシアなどで発見された巨大油田は、長く生産を続けてきたために生産量の減退期を迎えている油田が多く存在している。中東においても例外ではなく、イランなどの1900年代前半に発見された油田で長く生産を行ってきたところでは生産量が減少し、油田のリハビリと称される老朽化した油田からの再生産により少しでも残存する石油を生産しようとの試みが続けられている。埋蔵量に関しては、大型油田の発見が相次ぐことで各国の保有分が増大するが、その後、中小油田の発見が行われても、埋蔵量の増大に与える効果は小さいことを見る。

さらに、OPEC と非 OPEC の諸国を比べると、生産量に対する埋蔵量の比率は OPECの方が明らかに大きい。しかしこれは、主として民間企業が生産を行う非 OPEC 諸国では、過大な在庫となる石油埋蔵量を持たないように、OPEC 諸国に比べると生産量に対する埋蔵量の比率が小さくなっているに過ぎない。したがって、将来の追加埋蔵量の多寡により生産量が決まってくる状況は、OPEC および非 OPEC とも変わりはないことを確認

する。しかも、石油価格が高めで推移すると、非 OPEC 諸国からの増産が進み OPEC への石油生産増の要請は低下する。逆に、石油価格が低めで推移すると、非 OPEC 諸国からの生産増が進まず、OPEC は増産を要請され、少なくなる石油輸出収入から生産設備の増強を行わざるを得なくなる。石油価格が高めに推移するかあるいは低めに推移するかが、OPEC に対しては低価格での需要増に伴う生産能力増強への要請が生じ、一方、高価格では低生産がもたらされる以上、そもそも低価格での増産、あるいは高価格での生産抑制に耐えられるかという、低価格で生産できる石油埋蔵量を豊富に持つかどうかにかんして、中東産油国は今後生産国として勝ち残れる国と、脱落していく国とが、遅かれ早かれ出現せざるを得なくなるとの予測を提示する。

最後に、中東産油国において産油量の減少がはっきりと現れる諸国が将来的に出現する可能性が高まっていることは、石油依存の経済構造を維持できなくなる中東産油国が現れ、中東の産油国における経済的な二極分化が生じるとの見通しを提示する。

石油埋蔵量および生産量に関する楽観論と悲観論

世界の原油究極可採資源量に関する代表的な研究としては、米国の地質調査所（USGS）が2000年に発表したものがあるほか、米国のエネルギー省による2002年の見直しの数値、さらに埋蔵量評価の権威である、キャンベル（Campbell）氏、マスターズ（Masters）氏による評価が存在する。そのほか、日本の石油鉱業連盟が実施してきている各国の評価数値の再検討作業も行われている。

第1表に示すように、究極可採資源量（埋蔵量）は、今まで生産された累計生産量と、現在生産可能として見積もられている確認可採埋蔵量に、未発見資源量、さらに、埋蔵量成長と呼ばれる、今後の技術進歩などにより見直しが行われることで回収が増大する部分を見積もって加えることで算出されている^{（注1）}。

累計生産量は第1表の注にあるように NGL（Natural Gas Liquid）を含むか含まないかの違いはあるが、いずれにしても、今までなされた累計生産量に関してすら見積もり数値が異なっているのが現状である。

第1表 世界の原油究極可採資源量に関する見解

（単位：10億バレル）

評価者	究極可採資源量	累計生産量	確認可採埋蔵量	未発見資源量	埋蔵量成長
米国地質調査所(USGS2000)	3,345.0	717.0	959.0	939.0	730.0
米国エネルギー省(2003)			1,212.9	938.9	730.1
Campbell [1996]	1,750.0	761.0	800.0	189.0	
Masters et al [1994]	2,464.7	698.6	1,193.2	572.9	
石油鉱業連盟 [2002]	3,007.5	849.5	908.4	778.8	470.7

（注）Campbell [1996] および Masters et al [1994] は NGL（Natural Gas Liquid）を含まず。

（出所）米国エネルギー省（*International Energy Outlook 2003*）および石油鉱業連盟 [2002：63] より作成。ただし、石油鉱業連盟 [2002：63] は正誤表による訂正後の数値より。

大別すると、米国の地質調査所は楽観論であり、キャンベル氏が悲観論、マスタース氏が中間派であり、各シナリオの分析を行った石油鉱業連盟の数値も中間派となっている。特に、今後見つかるであろう資源量である未発見資源量に関してキャンベル氏が極めて悲観的で、1890億バレルと見積もっている点が特徴的である。

では、今後の世界の石油生産量に関してはどのように見積もられているのかを、代表的な機関の数値により第2表で見る。

いずれの機関も、今後2025年に向けて石油の需要量は増大し、その増大分を OPEC に多く依存するとの予測となっている。「旧ソ連および東欧」地域の生産量は若干ずつ増大することが予測されているが、「その他諸国」の生産量は、増大するとの研究（IEO, GII, PIRA）と、減少するとの研究（IEA）、またいったん減少した後、増大するとの研究（PEL およびドイツ銀行）が存在しており、意見は分かれている。

このように大方の機関が今後 OPEC の生産量が増大することを予測しているが、それでは OPEC 諸国はこうした生産増大の要請に対して応えることができるのか、本稿で検討する課題である。

第2表において OPEC の生産量予測を見ると、2015年では、PIRA が最も小さく3750万バレル/日、GII が次に小さく3930万バレル/日、その他は IEO2003が4140万バレル/日、ドイツ銀行が4150万バレル/日、PEL が4440万バレル/日となっており、最大と最小の予測の差は690万バレル/日となっている。

2020年になると IEA が最も大きくて5020

万バレル/日、次いで IEO2003が4820万バレル/日、GII が4730万バレル/日、ドイツ銀行が4690万バレル/日となっている。2010年から2020年までの10年間で IEA は1430万バレル/日の需要増が OPEC に対して生じるとの予測となっており、生産量が最も大きく伸びると見ていることになる。2001年実績と2010年の IEA 予測を比べると、2001年実績の3040万バレル/日から2010年には3590万バレル/日へと、550万バレル/日の増大が予測されている。このように2010年までの10年間と、2020年までの次の10年間とでは、OPEC に対する需要量が大きく伸びるとの予測が出されている。この傾向は他の予測においても同様であり、IEO2003, GII, ドイツ銀行はともに、2010年から2020年にかけての OPEC に対する需要増を予測している。

次に、第2表で予測を行うにあたって設定された石油価格の見通しの数値を見る。

第3表は、第2表で見た各研究機関の予測の前提となった原油価格の見積もりである。価格予測に関しては、たいへん大きな差異があることがわかる。IEO2003ケースのうち、標準ケースでは、2005年において23.27ドル/バレルと高めに推移すると予測される価格が、さらに僅かずつ実質価格が上昇していくと見積もられている。GII, IEA, PIRA も価格は徐々に上昇するとの前提を置いている。一方、PEL は実質価格は下落すると予測している。また、ドイツ銀行では、2015年まで上昇した後、2020年に向けては低下し、その後2025年に向けては再度上昇するとの前提を置いている。

次に検討しておくべきなのが、価格の推移次第で OPEC および非 OPEC における生産

第2表 世界の石油生産量の予測

(単位: 100万バレル/日)

		OPEC	旧ソ連・東欧	その他諸国	合計
2001年実績		30.4	9.8	37.1	77.0
2005年予測	IEO2003	31.6	10.0	39.1	80.7
	GII	30.6	8.7	40.6	83.2
	PEL	30.4	10.3	38.4	81.1
	PIRA	28.4	10.5	43.5	82.4
	ドイツ銀行	30.1	11.4	37.7	80.8
2010年予測	IEO2003	36.1	11.9	41.3	89.3
	GII	34.7	10.0	44.5	89.1
	IEA	35.9	12.7	35.1	88.9
	PEL	35.6	11.6	39.7	89.1
	PIRA	32.1	13.3	46.1	91.5
	ドイツ銀行	36.5	14.1	36.4	89.1
2015年予測	IEO2003	41.4	13.6	43.4	98.4
	GII	39.3	11.5	48.2	102.6
	PEL	44.4	12.7	37.6	97.0
	PIRA	37.5	15.3	46.7	99.5
	ドイツ銀行	41.5	16.3	38.1	98.3
2020年予測	IEO2003	48.2	14.8	44.8	107.8
	GII	47.3	12.0	49.9	112.7
	IEA	50.2	13.9	31.8	104.1
	ドイツ銀行	46.9	18.9	40.3	108.7
2025年予測	IEO2003	55.6	16.3	46.4	118.3
	ドイツ銀行	54.3	21.9	42.0	121.1

(注) 合計の数値には、OPEC、旧ソ連・東欧、その他諸国に、製油所から得られるプロセスゲイン（精製による製品の体積の3%から4%程度の増加分）、および、非在来型石油生産量を含む場合があり、前3者の合計よりも増大している場合がある。

(出所) IEO2003は、Energy Information Administration, DOE, US, *International Energy Outlook 2003* より標準ケースの数値。

GIIは、Global Insight, Inc., *Oil Market Outlook*。

IEAは、*International Energy Outlook 2002*, Sept. 2002。

PELは、Petroleum Economics, Ltd., June 2002。

PIRAは、PIRA Energy Group, Oct. 2002。

ドイツ銀行は、Deutsche Bank, *World Oil Supply and Demand Estimates*, by Adam Sieminski。

量はどのように変化すると考えるべきかという点である。第4表の米国エネルギー省（US DOE）が予測した数値で見ると、価格が高い場合には石油生産量（すなわち石油在庫の変動調整分を除くとすれば需要量を意味する数値）は最も少なくなっており、一方、低価格の場

合には需要が大きくなり、生産量も増大している。標準ケースでは、高価格ケースと低価格ケースとの中間に位置している。注目されるのは、OPEC と非 OPEC とに分けて見た場合である。OPEC の生産量は、石油価格が低い場合に生産量が多くなり、石油価格が高

第3表 世界の石油価格の見通し（2001年実質価格）

（単位：ドル／バレル）

	2005	2010	2015	2020	2025
IEO2003					
標準ケース	23.27	23.99	24.72	25.48	26.57
高価格ケース	28.65	32.51	32.95	33.02	33.05
低価格ケース	22.04	19.04	19.04	19.04	19.04
GII	20.80	21.70	23.76	25.39	
IEA	21.47	21.47	23.52	25.56	27.61
PEL	21.21	18.46	17.47		
PIRA	22.43	23.33	26.32		
ドイツ銀行	19.04	18.94	19.34	19.07	19.18

（注） IEO2003は、米国輸入原油平均価格、GII およびドイツ銀行は製油所渡し価格、IEA は IEA の原油輸入平均価格、PEL はブレント原油価格、PIRA は WTI 原油の Cushing 渡し価格。

（出所） IEO2003は、Energy Information Administration, DOE, US, *International Energy Outlook 2003*.

GII は、Global Insight, Inc., *Oil Market Outlook 2002*.

IEA は、*International Energy Outlook 2002*, Sept. 2002.

PEL は、Petroleum Economics, Ltd., June 2002.

PIRA は、PIRA Energy Group, Oct. 2002.

ドイツ銀行は、Deutsch Bank, *World Oil Supply and Demand Estimates*, by Adam Sieminski.

第4表 世界の石油生産量の見通し

（単位：100万バレル／日）

		2005	2010	2015	2020	2025
標準ケース	OPEC	31.6	36.1	41.4	48.2	55.6
	非 OPEC	49.1	53.3	57.0	59.6	62.8
	合計	80.7	89.4	98.4	107.8	118.4
高価格ケース	OPEC	29.3	30.9	34.3	39.5	45.2
	非 OPEC	50.2	55.1	59.6	63.2	67.8
	合計	79.5	86.0	93.9	102.7	113.0
低価格ケース	OPEC	33.5	40.2	48.0	57.3	66.9
	非 OPEC	47.8	51.2	54.1	55.6	58.1
	合計	81.3	91.4	102.1	112.9	125.0

（出所） IEO2003 は、Energy Information Administration, DOE, US, *International Energy Outlook 2003*.

い場合には少なくなっている。その反対に、非 OPEC の生産量は低価格ケースでは最も少なく、高価格ケースでは多くなっている。OPEC と非 OPEC の生産量は、現在は非 OPEC

の方が多くなっているが、低価格ケースでは、2015年から2020年の間に OPEC の生産量が非 OPEC の生産量を超えると、この IEO 2003の検討（米国エネルギー省による）では見

積もっている。第3表で見たように、実質価格が19.04ドル/バレルという20ドルを割り込んだ状態が続く中で、2005年の3350万バレル/日の生産量を、2025年には6690万バレル/日まで倍増するよう、OPECが要請されると予測されている。エネルギー供給の今後の推移次第では、ガス供給が円滑に行われれば、石油の実質価格が現状のまま維持されるシナリオは十分実現性があると考えられるだけに、低価格の中での生産設備の倍増が要請された場合に、OPECは応えられるのかという点は検討すべき大きな課題である。

以上検討してきた石油生産量と価格の予測に基づき、それではOPECの収入としての石油売上高はどのように推移すると考えられるかを検討する。第2表の生産量と第3表および第4表の価格を掛け合わせることでOPECの売上高（国内消費分も国際価格で販売できたとした場合の仮想値）を算出すると第5表を作成することができる。価格が高い方が売上高は大きめとなっている。ただし、価格の差（IEO2003の低価格ケースと高価格ケースの比較

では2025年で1対1.7）は大きく存在しても、生産量は逆に石油価格が高いときにはOPEC分は少なくなると予測されており（IEO2003の低価格ケースと高価格ケースの例では2025年で1対0.7）、このため石油売上高の比率で見ると、石油価格が高いか低いかにによる差は縮まっている（IEO2003の低価格ケースと高価格ケースの例では2025年で1対1.2）。

今後もOPECの生産量はOPECが存続する限り、生産枠による制約を受けると考えられ、最終的に世界の需給を合致させる限界的な供給者としての役割をOPECは果たすことになると考えられる以上、石油価格が高い目で推移するか、低い目で推移するかにより生じる影響は、生産高に対する効果（石油価格が高く推移するとOPECに対する需要減、石油価格が低く推移すると増産を強いられる）により薄められて、結局OPECが得られる収入としては極端に大きな差異を生じさせない可能性が高い。

このように将来の石油生産を予測できる以上、各国において問題となるのは、生産量を

第5表 OPEC 諸国の石油売上高予測値

（単位：10億ドル）

	2001年実績	2005	2010	2015	2020	2025
IEO2003高価格ケース	275	306	367	413	476	545
IEO2003標準ケース	275	268	316	374	448	539
IEO2003低価格ケース	275	269	279	334	398	465
GII	275	232	275	341	438	
IEA	275	260	281	370	468	
PEL	275	235	240	283		
PIRA	275	233	273	360		
ドイツ銀行	275	209	252	293	326	380

（注）数値は、国内消費分も国際価格で販売できたとした場合の仮想値。

（出所）第2, 3, 4表の数値を基にして筆者算出。

維持して自国だけでも世界への石油供給者としての地位を確保できるかという点、つまり確実に生産量を維持できるだけの埋蔵量を保有しているか、今後増産を実施できる未発見埋蔵量はどの程度あるかが産油国としての地位を維持し続けるためには最も基本となる条件となると考えられる。

中東の石油埋蔵量

第1表で示した数値で確認できたように、世界には原油の埋蔵量に関して楽観論と悲観論が存在している。2003年7月にイラン国営石油会社 NIOC のバクティアリ (Bakhtiari) 氏は米国の石油情報誌 *OGJ (Oil and Gas Journal)* に、今後10年以内に中東の石油生産はピークを迎えるとの論文を載せた (*OGJ*, July 7, 2003, pp.20-28)。イラン国営石油会社の企画

部門に所属する技術者の論文であるだけにたいへん注目されることになった。問題の核心は、今後、新規発見できる埋蔵量はどの程度かという点である。

第6表は、バクティアリ氏も同氏の *OGJ* の論文中で引用している、悲観論を代表するキャンベル氏の掲げる中東地域の石油埋蔵量に関するデータである。第6表に示されるように既発見量に比べると未発見量は極めて少ないと見積もられている。未発見量を既発見量で除すると、イラクが漸く11%と1割を超えているに過ぎない。他の諸国は5%程度に過ぎないことがわかる。このように、既に大方の主要油田は発見されており、埋蔵量はこれら既発見の油田にそのほとんどが存在しており、今後小規模な油田が既発見の主要油田の他に発見されてもその量は極めて限られる、との予測が悲観論の論者からは出されている。

次に第7表は OECD の IEA (国際エネルギー

第6表 中東地域の石油埋蔵量
(単位: 10億バレル)

	既発見	未発見	究極埋蔵量
バハレン	1.4	0.2	1.6
イラン	123.0	6.6	129.6
イラク	121.0	13.5	134.5
クウェイト	86.0	4.4	90.4
オマーン	13.0	1.6	14.6
カタール	12.0	0.8	12.8
サウジアラビア	286.0	14.3	300.3
UAE	91.1	3.8	94.9
イエメン	2.8	0.7	3.5
中立地帯	15.0	0.6	15.6
中東合計	757.6	47.2	804.8
世界合計	1,757.0	144.0	1,901.0
中東比率 (%)	43.1	32.8	42.3

(注) 第6表の究極埋蔵量は、2002年時点での今後生産できると見積もられる可採埋蔵量を意味している。

(出所) Campbell [2002] より作成。

一機関) が発表したデータである (OECD IEA [2002])。第6表と異なり、楽観論を代表する IEA では、未発見量を多く見積もっている。例えばサウジアラビアに関してみると、残存埋蔵量が2210億バレルであるが、未発見量は1360億バレルに達している。合計した究極埋蔵量は3570億バレルに達する。キャンベル氏による第6表では未発見量が143億バレルであり、まだ見つかっていない埋蔵量をどう評価するかにより、世界の埋蔵量に関する議論は二分されていることがわかる。

中東の合計の数値を見ると、主要6カ国で、第7表では未発見量が2730億バレルであり、第6表では472億バレルと大差が生じている。世界合計で見ても、第7表では未発見量は9390億バレルであるのに対して、第6表では1440億バレルとなっている。

第7表で示されているように、IEA は中東および世界的に見ても未発見量が多量に存在すると考えていることがわかる。未発見量が多いと考えると、生産のピークは未だ到来しておらず、残存埋蔵量と、生産済み量とが

均衡するまでにはまだ時間を要するとの評価が可能となる。

以上、2通りの埋蔵量に関する考え方が存在することを見た。世界には、埋蔵量に関して、悲観論と楽観論があり、論争が続いていることがわかる。ただし、そもそも、埋蔵量に関しては、中東地域で既発見とされる埋蔵量に、信憑性の点で問題があり、検討を行っておく必要がある点を指摘しておかななくてはならない。

1980年代半ばに OPEC は、石油生産枠の設定を、各国の埋蔵量に基本的に依存して決定する制度を導入した。この OPEC の決定と前後して、OPEC 各国は公式に発表してきた自国の埋蔵量を、大幅に増大させることになる。第8表の太字で示すところが増大させた年である。1985年に増大させたクウェイトは、40%増であった。続いて、1988年に各国は揃って埋蔵量を増大させる。この年、アブダビとドバイがほぼ3倍増、イランとイラクは2倍増であった。参考までに付け加えると、南米のベネズエラも同じく1988年に埋蔵量を

第7表 中東地域の石油埋蔵量

(単位: 10億バレル)

	残存埋蔵量	未発見	究極埋蔵量	生産済み
イラン	76	67	143	34
イラク	78	51	129	22
クウェイト	55	4	59	26
カタール	15	5	20	5
サウジアラビア	221	136	357	73
UAE	59	10	69	16
中立地帯	8	0	8	5
上記中東合計	512	273	785	181
世界合計	959	939	1,898	718
中東主要国比率(%)	53.4	29.1	41.4	25.2

(注) 残存埋蔵量は、2002年時点での残存可採埋蔵量を意味している。

(出所) OECD IEA, *World Energy Outlook 2002* より作成。

第8表 中東諸国発表の石油埋蔵量の推移

(単位: 10億バレル)

	アブダビ	ドバイ	イラン	イラク	クウェイト	中立地帯	サウジ	ベネズエラ
1980	28.0	1.4	58.0	31.0	65.4	6.1	163.3	17.9
1981	29.0	1.4	57.5	30.0	65.9	6.0	165.0	18.0
1982	30.6	1.3	57.0	29.7	64.5	5.9	164.6	20.3
1983	30.5	1.4	55.3	41.0	64.2	5.7	162.4	21.5
1984	30.4	1.4	51.0	43.0	63.9	5.6	166.0	24.9
1985	30.5	1.4	48.5	44.5	90.0	5.4	169.0	25.9
1986	31.0	1.4	47.9	44.1	89.8	5.4	168.8	25.6
1987	31.0	1.4	48.8	47.1	91.9	5.3	166.6	25.0
1988	92.2	4.0	93.0	100.0	91.9	5.2	167.0	56.3
1989	92.2	4.0	92.9	100.0	91.9	5.2	167.0	58.0
1990	92.2	4.0	92.9	100.0	94.5	5.0	257.5	59.0
1991	92.2	4.0	92.9	100.0	94.5	5.0	257.5	59.0
1992	92.2	4.0	92.9	100.0	94.0	5.0	257.5	63.0
1993	92.2	4.0	92.9	100.0	94.0	5.0	258.7	63.0
1994	92.2	4.0	92.9	100.0	94.0	5.0	258.7	64.5
1995	92.2	4.0	92.9	100.0	94.0	5.0	258.7	64.5
1996	92.2	4.0	92.9	112.0	94.0	5.0	258.7	64.5
1997	92.2	4.0	92.9	113.0	94.0	5.0	258.7	72.0
1998	92.2	4.0	90.0	113.0	94.0	5.0	258.7	73.0
1999	92.2	4.0	90.0	113.0	94.0	5.0	261.0	73.0
2000	92.2	4.0	90.0	113.0	94.0	5.0	259.0	78.0
2001	92.2	4.0	90.0	113.0	94.0	5.0	259.0	78.0
2002	92.2	4.0	90.0	113.0	94.0	5.0	259.0	78.0

(注) 太字は埋蔵量を大幅に増加させた年。ベネズエラは参考までに付け加えてある。

(出所) OGI, 年末号(各年)より作成。

2倍増させている。2年遅れてサウジアラビアは、1990年に5割増としている。これら中東の主要石油生産国が、1983年から2000年の間に増大させた埋蔵量を合計すると2700億バレルを超える膨大な量となる。一方、この同じ時期におけるOPECの新規発見による埋蔵量追加は、100億バレルに過ぎなかったとされる(OGI, July 14, 2003, p.22)。OPECが埋蔵量を増やす根拠は、そのほとんどが既存油田の評価替えである「埋蔵量成長」によると考えるしかないことになる。当時、筆者も中東諸国を訪問した際に、サウジアラビアをはじめとした各国の技術者が、埋蔵量を推計

するコンピューターモデルにより埋蔵量の再評価のための計算を各国政府の上層部からの指令により集中的に行っているとの話を聞いたことがある。確かに、数値の見直しにより、埋蔵量が増えた部分はあるに違いない。ただし、これほどの埋蔵量の増え方は意図的になされたとは考えられない出来事である。

石油鉱業連盟[2002]では、このOPECの公称埋蔵量を埋蔵量成長を含む数値として採用している。この石油鉱業連盟の見解は、今後、OPEC各国において探査がさらに進められ、新規に油田が見つかった場合のみ、埋蔵量が増大すると見なすべきことを意

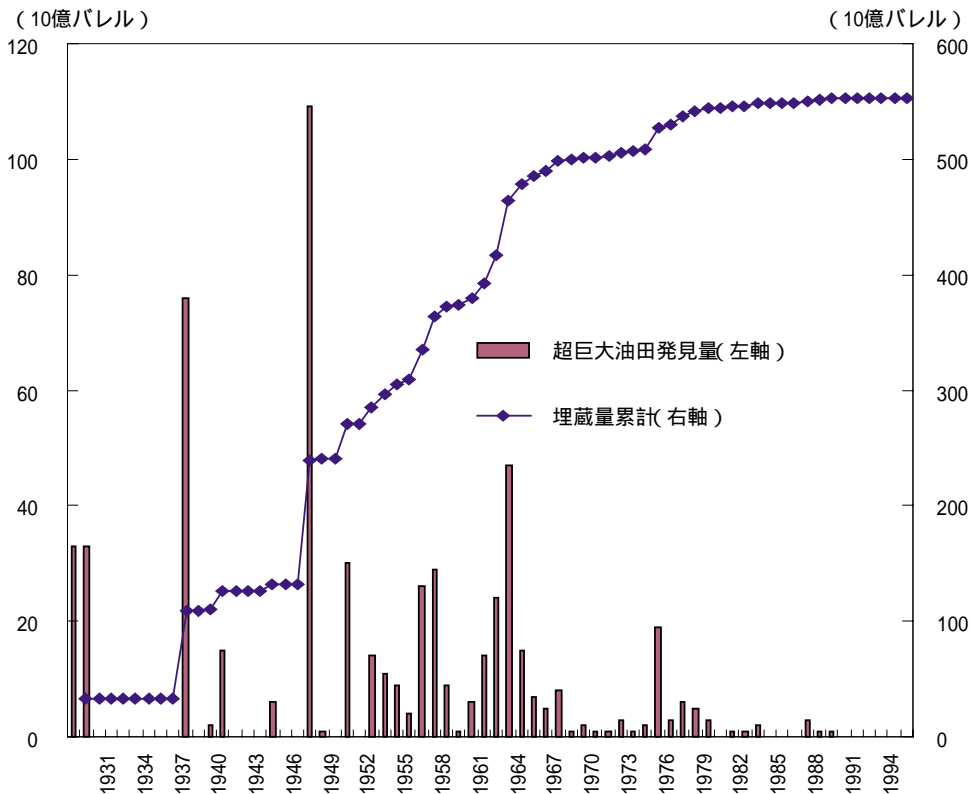
味しており、既存油田の確認埋蔵量が技術進歩により増大するであろう部分は、すでにOPEC 各国が公表している埋蔵量の数値には含まれていると見るべきであるとの考え方を示している。

第1図は、中東諸国における超巨大油田（10億バレル以上）の発見量（図中左軸）とその発見年を示している。また図の右軸では、超巨大油田の発見量の累計を示しており、超巨大油田の発見は1930年より前からあり、その後、1930年代から40年代にかけて多くの発見が行われている。その後も1950年代、60年代とその前の時期ほどの発見量ではないもの

の、発見が続いている。ただし、累計量を見ると明らかなように、中東での発見も成熟と呼べる段階に1970年代末から達しており、今後は一気に埋蔵量を増やすことができる超巨大油田の発見は難しくなっていることがわかる。

次節では、石油生産量の減退傾向が数字として現れてきているのではないと言われるオマーンの状況を検討する。また、中東諸国における油田発見と生産の歴史、および埋蔵量の新規発見の可能性について検討する。

第1図 中東諸国における超巨大油田（10億バレル以上）の発見量および埋蔵量累計



（出所）Campbell [1988 : 202] より作成。

中東諸国の石油生産状況

1. オマーンの石油生産

現在、オマーンにおいて、同国政府の増産を進めようとの計画に反して石油生産量の減少が避けられない状況が生じている。従来、オマーンは、OPEC に加わらなかったために生産枠外での増産を続けることができ、極めて順調に生産量を増大させてきた。従来は各油田とも原則として生産設備能力に見合ったフル生産を続けてきた^(注2)。

生産量は100万バレル/日を目指す勢いで、1990年代後半まで伸びてきた。1998年が89万6000バレル/日の生産であり、99年がピーク生産量となる90万3000バレル/日となった。しかしその後、減少傾向が顕著となり、2000年が89万9000バレル/日、2001年が87万2000バレル/日、2002年が82万4000バレル/日と生産量にはっきりと減少傾向が出てきている。

2003年においてオマーン政府は、84万バレル/日の生産を実施するとの計画を立てている。ただし、この生産量が、2年以内に70万バレル/日に低下せざるを得ないとの予測が出されている（OGJ, July 14, 2003, p.21）。しかも、残存埋蔵量の点からも、オマーンには多くを望めないとする報告が出されている。資源量調査の世界的権威であるキャンベル氏による推定では、オマーンの未発見資源量は16億バレルにすぎないとされる（第6表参照）。ということはオマーンの石油生産は、生産プログラムの最適化、水平掘りの多用、二次、三次回収の実施などによっても、今後の増産は一時的な効果に止まり生産量を反転上昇さ

せることは難しいとの見方が成り立つ。

オマーン以外の中東諸国においてはどのような状況にあるか、中東諸国全体としての石油生産の歴史を次に概観する。

2. 中東諸国の油田発見

中東での石油生産の歴史は古く、イランで最初に可採埋蔵量10億バレルを超える巨大油田（Masijid-I-Suleiman 油田）が発見されたのは1908年である。そのほかの中東諸国でも次々と10億バレルを超える巨大油田が発見されていき、イラクでは1927年（Kirkuk 油田）、クウェイトでは1938年（Burgan 油田）、サウジアラビアでは1938年（Dammam 油田）、アブダビでは1954年（Murban Bab 油田）に発見されている。石油生産が長く続いてきたために、イランをはじめとして、中東諸国においても主要油田の生産量減退がすでに始まっている場合も多い。また、油田の自噴だけに頼ることができず、増進回収法（Enhanced Oil Recovery: EOR）の手法を用いる必要が生じているケースも増えてきている。各国の石油生産量は、個々の油田の生産量の合計であり、個々の油田の生産量は、油田の埋蔵量に依存している。生産年数を積み重ねることで、次第に石油生産量は減少に向かうことから、毎年の生産分を補填するだけの埋蔵量が発見されているかに依存して、各国の石油生産の将来の可能性が決定されてしまう。

しかも、世界の石油埋蔵量は巨大油田の発見に依存して増大してきた^(注3)。世界で1970年までに発見された5億バレル以上の究極可採埋蔵量を持つ187の油田の埋蔵量の合計は8200億バレルであり、総発見埋蔵量の75%を

占め、上位20油田のみで45%を占めた（猪間 [1985: 158-159]）。このように従来から大型油田の発見が、世界の石油埋蔵量の増加分の大半を担うという状況があったことがわかる。世界の石油消費量7575万バレル/日（BP統計、2002年より）は年間に直すと276億バレルであり、巨大油田の発見の可能性が低下しており、1億バレルを超える発見が極めてまれになっている現状では、数百カ所ではなく、数千カ所の単位で中小規模油田の発見が毎年続かないと生産され消費された分の石油埋蔵量の補填ができないことがわかる。

今後は新規の大型油田の発見による各国の石油可採埋蔵量の大幅な追加は、膨大な埋蔵量を誇る中東産油国においても難しくなっている。例えば、サウジアラビアのガワール油田、あるいは、クウェイトのブルガン油田と同じだけの広がりを持つ油田が発見される可能性は、石油探査が進められてきたことで、サウジアラビアおよびクウェイトのほか、世界のどこを見ても存在していない。ガワール油田は、南北の長さ200キロメートル、東西の幅20キロメートル、面積4600平方キロメートルの広がりを持ち、こうした広がりを持つエリアに油田が存在するのであれば、サウジアラビアにおいて未発見ということは探査の進捗度から考えて有り得なくなっている。ただし、今後ある程度の規模の油田（数十億から100億バレル超）が複数見つかる可能性があると考えられている地域が存在しており、その例外として第1に挙げることができるのがイラク西部の砂漠地帯の未探鉱区である。この地域は、1980年代のイランとの戦争、1990年および91年の湾岸戦争、その後のイラクに対する経済制裁の実施により、石油探査が行

われてこなかったために、新規の石油資源の発見の可能性が高い。2003年現在、イラク情勢の安定化が待たれている状況にあり、イラク政府の樹立と秩序の回復があれば、その後、鉱区の入札と探査の実施により、未発見資源量が実際にどのくらい存在するかが数年を経て次第に明らかになっていくと予測できる。

ただし、長年生産を続けることでいずれの油田も生産量のピークを超えたとともに、生産は減退に向かう。2002年現在、6856億バレルという世界の石油埋蔵量の65.4%（BP統計、2003年）を占める中東においても、個々の油田を見ていくと、長年生産を続けたために減退が始まっている油田も少なからず生じている。

次節では、より一般的に、世界における油田の生産とその減退に関する研究動向、さらに個々の油田の集合体としての埋蔵量の推移と国として保有する資源量の動向につき検討する。

石油埋蔵量と石油生産量

1. 生産の継続と生産量維持の可能性

世界の石油生産の歴史は古く、したがって長期にわたり生産を続けてきた油田が老朽化し、枯渇してくる際に生産量はどのような減退の過程を辿るかに関して、多くの議論が行われてきている（注4）。油田は各々構造上の特徴があり、そのため、開発後、長年にわたり石油生産が行われることでピーク生産の時期を過ぎて枯渇が始まった際に、どのような減退傾向を辿ることになるかは重要な課題であ

る。

さらに、個々の油田からの石油生産の合計である各国の石油生産が、どのような傾向を辿るかも大きな問題である。特に、自国経済が石油輸出に大きく依存している中東諸国においては、生産量がいつピークを打つか、そして減退に向かうとき、減退の動向はどのようなかが注目される。今までは中東諸国においては、新たな発見が続くことで埋蔵量が毎年増え続けてきたが、今後、埋蔵量の追加がどこまで出来るかがまず課題となる。それと同時に、世界的に見ても、現在、大規模な油田からの生産に依存している傾向が顕著である中東の主要産油国では、大規模油田からの生産をいかに維持するかが大きな課題である。こうした、国の経済を支える役割を果たしている大型油田が、いったん生産量のピークの時期を過ぎた後には、各国の生産量は減退に向かわざるを得ない。OPEC 加盟国においては、生産枠が存在しており、生産量のコントロールが行われてきているが、現在インドネシアで生じているように、OPEC の生産枠を満たす生産が難しくなってくるという状況が、生産量のピークを過ぎた際には予測できる。増産したくても増産できないという状況に、中東の産油国もいずれはたどり着くことが予測される。先に記したように、すでにオマーンでは、政府が計画する生産量に達しないという埋蔵量からの制約を受けるジレンマに陥りつつある可能性が高い。減退が始まってしまっている中で、目前の生産量を引き上げようとする、増進回収法（EOR）を実施しなくてはならず、生産コストはオマーンでの例のように 1 バレル当たり 7 ～ 8 ドルに跳ね上がる（MEED, Nov. 7-13, 2003, p.14）。

生産コストの増大部分を補うためには、生産を担う事業体（オマーンであれば国営石油会社の PDO）はその他の経費の大幅削減計画（5 年間で 20 億ドル）を実施せざるを得なくなる（MEED, 同上）。つまり、EOR の実施は、一時的に生産量を維持することを可能としても、根本的な解決策としての埋蔵量の増大に結びつくのではなく、石油生産を担う事業体の新規探鉱投資による生産増の可能性をなくしてしまい、EOR を実施する油田からの生産にのみ集中的に依存する縮小均衡をもたらしてしまうことがわかる。

2．油田生産量の減退

個々の油田の生産量の減退の傾向を知っておくことは重要である。生産量がピークを打つ、つまり埋蔵量の減少が始まった場合に、その減り方は、埋蔵量が増えたときを逆に辿るように減少するのか、それとも減り方は、「増え方」と比べると差異があるのかが議論されてきた。

世界の超大型油田（可採埋蔵量 10 億バレル以上）の発見年に関して、まず検討する。世界を地域別に見ると、超大型油田は、南米が最も古く 1868 年にペルーの Brea 油田が発見されている。次いで、中央アジアで 1870 年にアゼルバイジャンの Surakhnoskoye 油田が発見され、3 番目は北米ペンシルベニア州の Bradford 油田となっている。さらに、1908 年に中東のイランで Masjid-i-Suleiman 油田の発見があり、その後、東南アジアでは 1929 年が最初（ブルネイの Seria 油田）となっている。中国では、1938 年に甘粛省（Gansu）で大型油田が発見されている。北アフリカでは、

第二次世界大戦後の1956年にアルジェリアで Hassi Messaoud 油田が発見された。北海ではさらに遅く、1969年にノルウェーで Ekofisk 油田が発見された（Deffeyes[2001 : 124]）。

米国は、1970年代初めまでは世界最大の石油生産量を維持し、大型油田を持つ世界をリードする産油国であった。現在、ロシアおよびサウジアラビアが果たしているような、世界をリードする石油生産の役割を果たしていた。1970年代をピークとして、米国の石油生産量は減少に向かっており、また、大型油田の発見もほとんど見られなくなってきたために、埋蔵量も補填できていない。こうして、生産可能年数は年々少なくなる傾向にあり、平均した油田の規模、1油井当たりの生産量も少なくなってしまうている。

小規模な油田においては、生産開始時の生

産量が最も多く、その後は毎年減少していく。米国の例では、油田1本当たりの生産量は、アラスカで1400バレル/日と大きいものの、その他の48州では、オクラホマ州で3バレル/日、テキサスで10バレル/日、カリフォルニアで21バレル/日、というように少ない。メキシコ湾の沖合では189バレル/日と少し多くなる。それでも、全米平均の1油井当たりの生産量は12バレル/日に止まる（Johnston [1992 : 280]）。

第9表で示すように、北米での石油生産井の数は、2001年現在で57万本を超えており、天然ガスの生産時に同時に生産される NGL（天然ガス液）も含めると、800万バレル/日を超える生産量を2003年現在でも維持している。一方、サウジアラビアの石油生産井は1560本に止まっており、米国とは全く異なり、井

第9表 石油生産量と油田数

	石油生産量 (1,000バレル/日)	生産井数(本)	1生産油当たり生産 量(バレル/日)
バハレン	174	496	351
イラン	3,450	1,120	3,080
イラク	2,030	1,685	1,205
クウェイト	1,600	790	2,025
オマーン	895	2,298	389
カタール	640	417	1,535
サウジアラビア	7,380	1,560	4,731
UAE	1,985	1,456	1,363
イエメン	350	302	1,159
中立地帯	535	578	926
中東	19,529	10,845	1,801
北米	7,965	575,131	14
欧州	6,273	2,254	2,783
アジア太平洋	7,377	88,780	83
世界合計	66,043	827,469	80

（注）石油生産量は2002年、生産井数は2001年末。

（出所）生産量と生産井数は、*International Petroleum Encyclopedia*, 2003より。1生産井当たりの生産量は筆者算出。

戸 1 本当当たりの生産量が多くなっている。

2002年の生産量で中東地域の 1 油井当たりの生産量を算出してみると、サウジアラビアが 1 生産井当たり 4731 バレル / 日で最も多く、次いで、イランが 3080 バレル / 日、クウェイトが 2025 バレル / 日、その他、カタール、UAE、イエメン、イラクが 1 生産井当たり 1000 バレル / 日を超えている。一方、中東にあってもオマーンとバハレンは、1 油井当たりの生産量が 300 バレル / 日台と少ない。

生産井 1 本当当たりの生産量が多い方が、生産効率が良いが、ただし、生産開始時に実施されるフローテストにおいて生産量が多いからといって、その後も長期にわたって初期の生産量を維持できるとは限らない。東南アジア諸国においても初期生産量は 2000 バレル / 日から 8000 バレル / 日程度を示すことが多いことが知られている (Johnston [2003: 79])。ただし、中東地域と異なり、東南アジアでは地層中に多くの断層が入り込んでいることが多く、油田が中東と異なり小規模なものの集合体となっている場合が多い。このため、ピーク時の生産量を持続させることが困難な場合が多くなっている。

3. 油田の発見と生産量の推移

次に確認しておくべきなのは、どのような規模の油田が存在し得るのか、油田の規模に関する問題である。油層の精査が進んだ米国 48 州では、大規模な油田の発見は、もはや期待できなくなっているが、米国以外の世界各地にはまだ未発見の大規模油田が存在し、石油生産量の増大が期待できるのではないかとの議論が行われてきた。

古くは、1949 年に出版されたジップ氏の本 (Zipf [1949]) において、油田の大きさは、当時のベルギーの主要都市の人口比に倣って、都市の規模の順と同じく、第 1 位、第 2 位、第 3 位と順位が一定の規模を辿る、との説が唱えられた。ブラッセルの人口を 1 とすると、第 2 位のアントワープがブラッセルの 2 分の 1、第 3 位のゲント (Ghent) がブラッセルの 3 分の 1、第 4 位のシャルロワ (Charleroi) がブラッセルの 4 分の 1 となることから類推であった。

埋蔵量が世界最大のガワール油田 (サウジアラビア) を 1 とし、第 2 位のクウェイトのブルガン油田、第 3 位のロシアのウレンゴイ油田、第 4 位のサウジのサファニア油田、第 5 位のベネズエラのポリバール油田、第 6 位の米国アラスカのプルドーベイ油田と並べて試算が行われた。「1」対「2 分の 1」対「3 分の 1」、等々と油田の規模別に並べて、数値の当てはまりの良さから考えると、ガワール油田よりも大きい未発見の第 1 位と、第 2 位の巨大油田が存在するはずだ、との意見も出され、油田の開発熱を煽る新説となった (Deffeyes [2001: 119])。

ただし、ジップ氏が述べるほど、油田規模の説明が簡易にできるはずはなかった。石油の埋蔵量の決定は、ケロジェンと呼ばれる石油の元となる堆積物 (根源岩) が存在するとともに、ケロジェンを溜め込み熟成させ、貯蔵する貯留岩、さらに集積させ石油の散逸を防ぐキャップロックと呼ばれる帽岩、あるいは石油を貯める断層など、様々な要素が揃うことが必要で、こうした条件が満たされて初めてまとまった量の石油生産が可能となる。しかも、地下の地質状況次第で、本来石油が

存在する可能性が高いはずのところでも、実際に掘ってみるまでは、本当にまとまった量の石油が発見できるかは分からないことが多い。しかも本来石油が存在するはずのところでも、地下で石油の熟成が進みすぎるとガスになってしまう場合も多くある。このような複雑な要素により左右されて石油が生成されるため、上記のジップ氏が行った推論が、世界の石油埋蔵量に関して、十分な説明となることはできなかった。

確かに現在では、北米をはじめとして、石油探査が進んだことで、既存油田、ガス田の近傍に井戸を掘る場合には、かなり成功の確率が上がってきていることも確かである。

技術の進歩とその効果に関して確認しておく、1980年代半ばまでは、商業的規模の油田・ガス田を1カ所発見するのに、約50本の坑井掘削が必要と言われた。現在では、試掘成功率は飛躍的に上昇し、生産に至るまでの試掘井数の大幅な削減が可能となった。カナダでの例では、試掘数に占める空井戸の比率が1994年に21.3%であったものが、2003年には8.5%まで低下している（*OGJ*, Sept. 22, 2003, p.64）。特に、掘削井数が多く資源に関する精査が進んでいる米国内では、試掘の成功率は30～40%程度にまで上昇している。開発井に関しては、ほぼ間違いなく成功すると言われるまでになっている。

油田からの生産可能量の増大に成功した例も出てきている。増進回収法（EOR）としての二次・三次回収の技術が進歩し、従来、自噴井により回収できる油田の埋蔵量は20～30%止まりである場合が一般には多いが、二次・三次回収技術の進歩により二次回収で30～40%まで、三次回収では40～60%までの回収が達

成できた例も徐々にではあるが出現している。したがって、イランのように生産量のピークを過ぎた枯渇油田を多く持つ国でも、欧米の最新の技術を導入することで、再度油田の生産を一定期間はある程度回復させられる可能性が生じている。ただし、大型油田の生産量の増大のためには、地層への圧入のため、多量のガスを入手する必要がある、ガスを送付するガスパイプラインおよび圧入のための設備は巨大なものとならざるを得ず、コストも膨大となる。イランでの生産量が減退し、老朽化した油田の再生のプロジェクトは、多大のコストを要するためにゆっくりとしか進んでいない。

4. 油田からの石油生産量の推移

問題は、今後も10億バレルを超えるような超巨大油田、あるいはそれに次ぐ規模の巨大油田が発見されるかという点にある。現在では、世界の大方の堆積盆地ではかなりの程度探査が進んでおり、イラクの西部砂漠地帯のように一部残された土地もあるが、それでも超巨大油田を生むような場所に関しては、炭化水素の存在する可能性につき、最大値および最小値の予測がほぼ出揃っている。先にも述べたように、今後、例えばサウジアラビアの埋蔵量を超えるような、大規模な石油資源量がまとまって発見される可能性はなくなっている。

超巨大油田が今後は見つからないとすると、30年あるいは50年にもわたって生産を続ける規模の油田を発見することは難しいことを意味している。中小規模の油田は、15年あるいは20年程度で生産し尽くすことを目指す

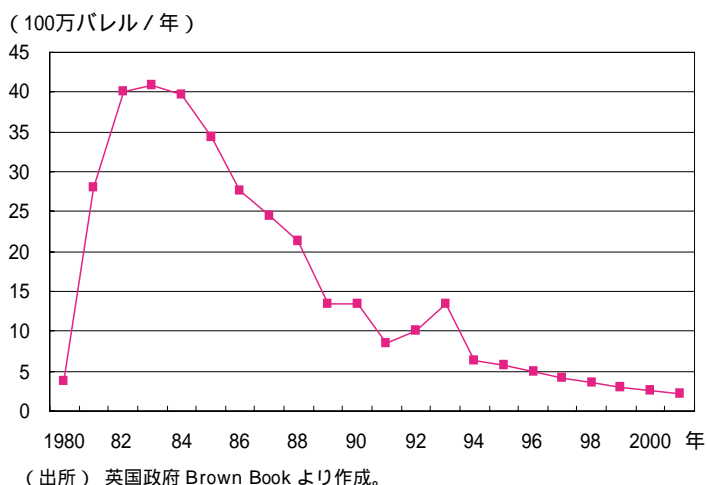
計画が作成される場合が多い。油田からの石油生産がほぼ終了すると、次には、ガス田として設備を整え、石油に随伴して存在するガスの生産を目指す場合も多くなる。

英国政府は北海油田からの生産量に関して、報告書（Brown Book）を発行して詳細なデータを公開している。その資料に基づいて以下の第2図および第3図を示す。

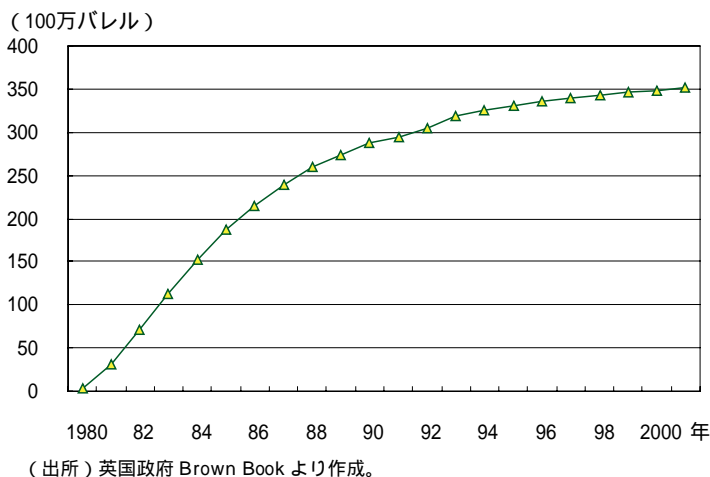
第2図および第3図は、英領北海のマーチソン油田の生産量推移と、累計生産量の推移を、それぞれ示している。

マーチソン油田は1975年に発見され、5年の準備期間を経て80年から生産が開始された。4000万バレル（＝日量11万バレル）のピーク生産量に達した後、3年間はピーク生産量を維持した。その後、生産量は減退に向かい、

第2図 英領北海のマーチソン油田の石油生産量の推移



第3図 英領北海のマーチソン油田の石油累計生産量



生産量の累計を示す第3図で示すように、生産量の伸びは年々極めて小さくなり、2001年で3億5000万バレルの回収が実施され、2001年における生産量は216万バレル（＝日量5918万バレル）に止まった。

第2図からわかるように、当初の数年はフル生産に入るまでの準備期間であり、その後フル生産を数年続けた後は、減退期に入り、ほぼ毎年生産量が低下するという減産傾向が生じている。マーチソン油田の生産例で示すように、個々の油田の生産量はピーク量を維持できる期間は数年に過ぎず、ピーク生産をカバーできる規模で設計・設置されたパイプライン、セパレーターなどの生産設備は、フル稼働するのは数年間に過ぎない。ただし、普通は過大となった設備は、他の油田での生産向けなどに使いまわしされることが多くなっており、設備が無駄とならない工夫が凝らされている。北海のように近隣の既存パイプラインを利用して生産を行うことができる可能性が高い場合には、その可能性に合わせて生産を行う方が経済的には有利となる場合も多い。したがって、個々の油田の生産計画は、必ずしも単一油田からのフル生産ばかりを目指すものではない場合があり得る。

20年間で3億5000万バレルの生産を行ったマーチソン油田は十分に巨大な油田であり、中東諸国の油田における生産の推移を見る場合にも、参考となる指標となる^(注5)。

5. 油田からの石油生産の傾向

個々の油田の生産量カーブを重ね合わせて、それぞれの国の生産量曲線を描くと、その場合には、国全体としての埋蔵量をどのように

生産していくかの問題として、国全体の生産量カーブを描くことができる。毎年生産を行うことで資源は枯渇に向かうが、ただし、未発見の資源量が毎年少しずつ発見され、埋蔵量が足されることで、枯渇分は若干補われる。

したがって、国の埋蔵量の推移を考える場合に、最も重要なのが生産量のピークはいつ到来するかという点である。ピークが到来した後は、生産量は減退に向かうことになるが、その減退の推移はいかなる経過を辿るかも大きな問題となる。

各国の石油生産量の推移と将来予測を示すために、いかなる曲線の形状を描けるか、が課題となる。上に凸な山型（別名ベル型、あるいは釣鐘型）の曲線により、生産量が当初増大し、その後ピークに達した後、減退に向かう状況を描くことができる。実際のデータと突き合わせながら、いくつかの曲線の当てはまりが試された。そうした曲線には、ガウス（Gaussian）曲線、ロジスティック（Logistic）曲線、ローレンツ（Lorentz）曲線などがあり、その後、ヒューバート（Hubbert）曲線が当てはまるか、という議論が盛んに行われることになった。

第4図は米国の石油生産量の推移をBP統計（2003年）のデータから作成した図である。米国の生産量のピークは1970年の1129万7000バレル／日であった。

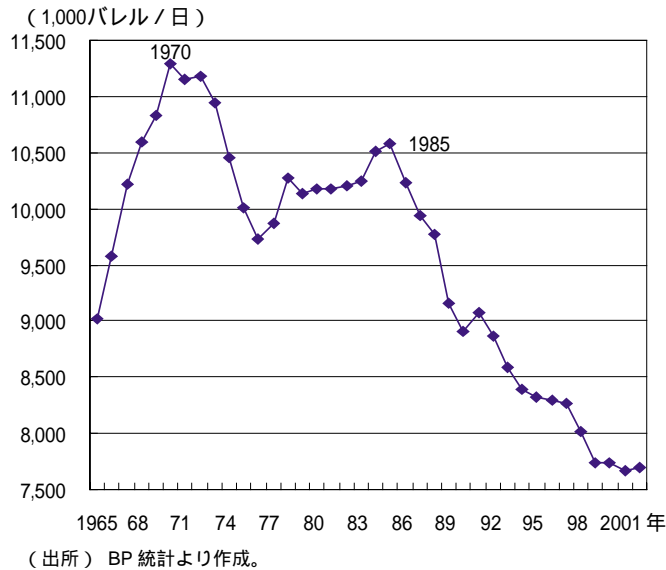
毎年生産量が減少する傾向が顕著となった1985年以降の生産量を y と置き、直線近似してみると、以下の算式を得ることができる。 R^2 は決定係数である。

$$y = -164.2x + 10295$$

$$R^2 = 0.9344$$

一次式の当てはまりが良いことから、1985

第4図 米国の石油生産量推移



年以降、毎年、年間16万バレル/日程度、米国における石油生産量が減少してきたことがわかる。20年間で320万バレル/日の減少である。

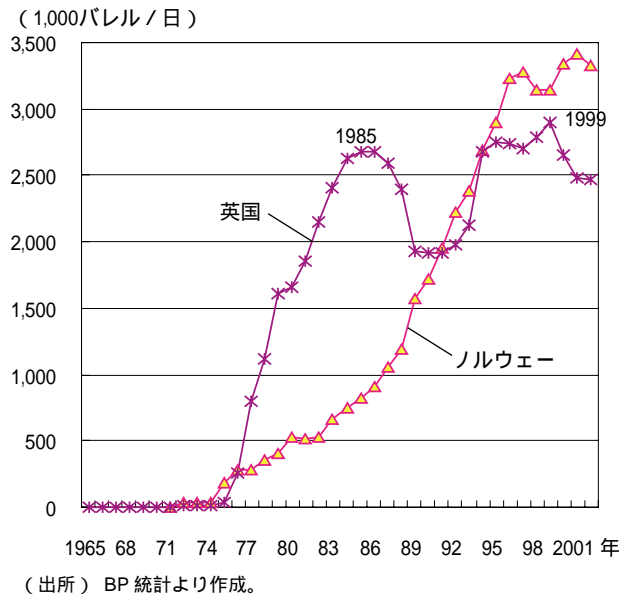
1970年代から以降は OPEC が最も活躍した時期であり、石油価格が高値で推移し、そのために米国では石油開発の意欲が高まり、生産量が維持されたと考えられる。1985年は、オイルショック後の石油価格高騰の反動として、価格暴落が生じた年であり、その後、米国の石油生産量は回復することなく減少を続けている。このようにベル型の重なり合った形態 (multi-bell shaped) が、経済的な影響あるいは、国によっては生産制限などの影響で出現することが知られるようになってきている (Laherrere [2002: 2])。

次に、英国とノルウェーの石油生産の推移を BP 統計のデータから作成する。第5図に示すように、英国は1985年に一度ピークを迎

えており、その後はベル型を描くかのように生産量が減少した。ただし、英国は米国と同じく、再度、一時的には生産量を上昇させることに成功している。これは、石油価格の上昇が貢献するとともに、英国の税制上の優遇策 (生産ロイヤリティの賦課を撤廃) と、積極的な鉱区開放策の導入が功を奏したためと考えられる。それでも1999年以降生産量が減少に向かっているが、この長期的に見た減少傾向を今後盛り返すことは、埋蔵量および今後の新規発見可能性から見て、いよいよ難しい段階に至っていると考えられている。

一方、ノルウェーは鉱区の開放をゆっくりとしか認めず、また政府参加は30%とし、しかも税率は70%を標準課税とするというように、政府取り分の多い石油開発制度を導入してきている。ノルウェーは、第5図で見ると、当面はベル型の左側の形状を示している。制約が多い石油開発条件が設定されてい

第5図 英国とノルウェーの石油生産量推移



るために、生産量の増え方は、英国と比べるとゆっくりとしている。

このように欧米諸国の石油生産の動向は、米国が生産ピークを打ったことは明らかであり、その他、英国も1999年がピークとなる可能性が高まっている。ただし、はっきりとしたベル型をとることはむしろ少ないことがわかる。石油生産量は、根本的には埋蔵量により規定されるものの、石油価格の高騰、あるいは OPEC 諸国による輸出の停止といった事態が生じることで、一時的にはあるが影響を受けるためである。

以上第 3 節では、世界における石油生産とその減退に向かう際の傾向、技術進歩が果たす役割は限定的であること、EOR の実施はコストを増大させることから資金的な制約を生じさせることをオマーンなどの事例から確認することができた。第 4 節では、中東諸国に焦点を絞って、埋蔵量に関する楽観論と悲

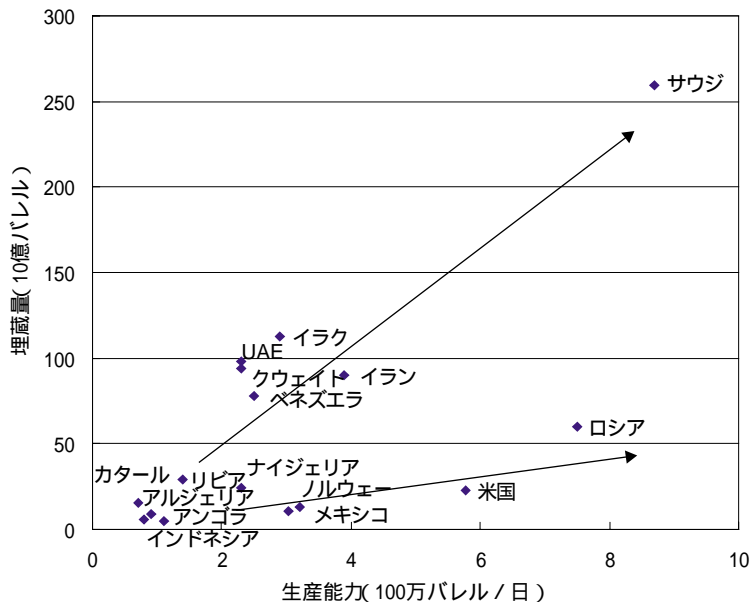
観論、それぞれの妥当性の評価も含めながら、中東における石油生産の将来を検討する。

中東諸国の石油生産量

1. 中東諸国の石油生産の特徴

埋蔵量と生産量の関係について本稿では検討を重ねてきたが、オマーンをはじめとした一部の諸国では、今後生産量を増大させることはなかなか難しくなっていることが分かってきた。ただし、OPEC とその他の非 OPEC 諸国とを比べると、依然として資源保有量において大きな隔たりがあり、OPEC 諸国が多量の資源を保有していることは確かである。第 6 図は、OPEC と非 OPEC の石油生産政策の差異を示すために、世界の主要石油生産国の埋蔵量を縦軸にとり、生産量を横

第6図 世界の石油埋蔵量と石油生産能力の関係



(出所) OGI および International Petroleum Encyclopedia, 2002 の埋蔵量データ (2002年末) および OGI, July 28 2003 (Sandrea), p. 33 の生産能力データ (2002年の値) に基づき筆者作成。

軸にとって作成してみたものである。

第6図から OPEC 諸国に関して直線近似すると次の式が得られる。 R^2 は決定係数である。

$$y = 31\,205x - 8\,2967$$

$$R^2 = 0.892$$

次に、非 OPEC に関して、直線近似すると以下の式となる。

$$y = 7\,5682x - 8\,5931$$

$$R^2 = 0.8$$

ここで、 y は埋蔵量、 x は生産能力である。 x の係数を比べると、OPEC は同一の生産能力に対して、4 倍を超える埋蔵量を保有していることがわかる。OPEC では100万バレル/日の生産を行うときには、平均で230億バレルの埋蔵量を持つことがわかる。63年分の生産を続けられる埋蔵量である (63年は、230

億バレル / [日量100万バレル × 365日] より算出)。

一方、非 OPEC 諸国では、100万バレル/日の生産を行うときには、平均で33億バレルの埋蔵量を持つ。平均では9年分しか生産を継続できないことを意味する (9年は、33億バレル / [100万バレル × 365日] より算出)。

2. 悲観論に基づく中東諸国の石油生産予測

第6図に示した OPEC 諸国が埋蔵量に関して、非 OPEC 諸国と比べると余裕を持った生産を行っていると思われる点は、国 (国営石油会社) による生産と民間企業による生産との立場の違いとして理解することができる。OPEC による大きな生産能力の維持は、多大な埋蔵量を保有することでのみ可能とな

る。本当に多大の追加埋蔵量の中東諸国には存在するのかを、次に検討してみる。ピーク生産量を一度超えると、その後は米国の石油生産が枯渇へ向かった例で見たように、つるべ落としと言えるような、止めようのない生産量の減退が待ち受けている。OPEC 諸国あるいは中東諸国においても、主要な産油国では依然として多くの生産可能年数（埋蔵量÷生産量より算出）を持つものの、一部の国では、今後急速に生産量が減退に向かう可能性が生じている。

第7図は、悲観論の代表者であるキャンベル氏の試算データに基づき、中東湾岸諸国の石油埋蔵量と累計生産量の推移を作図してある。第7図に示したように、7200億バレルあった残存埋蔵量は、生産が行われるために減少していき、2013年には累計生産量が、残存埋蔵量を上回ると予測されている。2050年では、累計生産量は6000億バレルを超え、一方、残存埋蔵量は1000億バレルを若干上回る量に

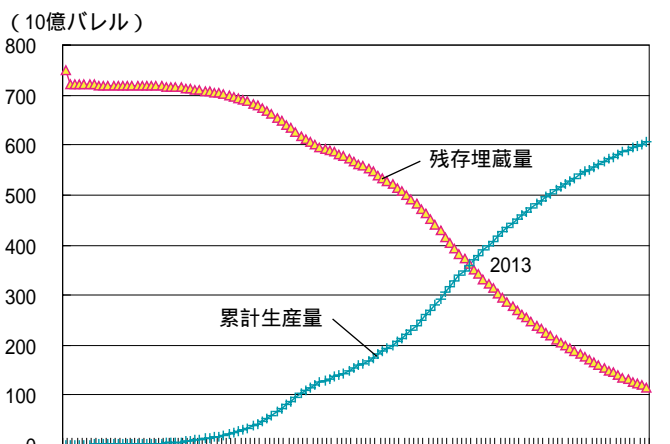
過ぎなくなると予測されている（Campbell [1988:202]）。

各国の残存埋蔵量と累計生産量が均衡する年は、サウジアラビアは、中東の平均と同じ2013年と予測することができる。イランは2007年、クウェイトは2013年、イラクとアブダビはともに2017年と見積もることができる。

なお、米国はすでに1973年に均衡点に達しており、ベネズエラは1993年、英国は1997年、メキシコは1998年、ナイジェリア、アルジェリアとノルウェーは1999年、ロシアとリビアは2000年、中国は2001年に、それぞれ均衡点に達したと推計されている（Campbell [1988:95]）。追加埋蔵量が十分に得られない場合には、残存埋蔵量を累計生産量が上回る時点が、早期に到来せざるを得ない。

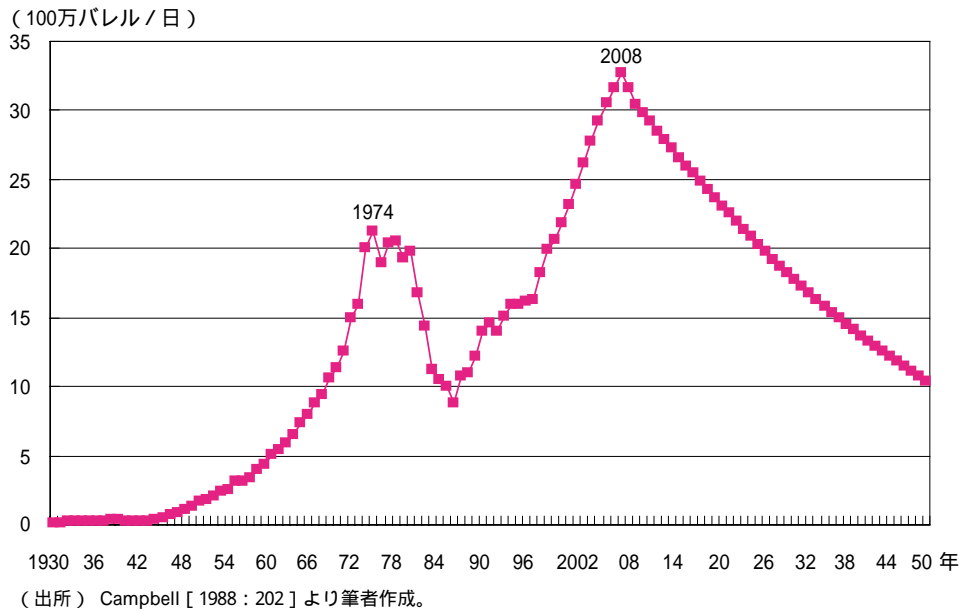
第8図は、中東湾岸諸国の石油生産量の推移と、キャンベル氏による予測値を示している。中東湾岸諸国の石油生産量に関しても、2008年がピークで、3275万バレル/日の生産

第7図 中東湾岸諸国の残存埋蔵量と累計生産量の推移と予測



(出所) Campbell [1988:202] 記載のデータより筆者試算により作成。

第8図 中東湾岸諸国の石油生産量の推移と予測



を行うことになると予測されている。中東の主要産油国を含む湾岸諸国でも、早期に、生産量のピークが訪れるとの予測となっている。その後は年率2%の後半から、3%の前半の比率で年々残存埋蔵量が減少し、生産量も2050年では1000万バレル/日を僅かに超える程度に止まるとする予測となっている（Campbell [1988 : 202]）。

以上のような、「悲観論」に対して、未発見埋蔵量を多く見積もる OECD IEA の「楽観論」は、世界の石油需要が今後、非 OECD 諸国を中心として拡大するのに合わせて、供給側の石油生産の増大が要請され、増産が可能である OPEC が中心となって、今後、石油供給の大幅な増大を行うと予測している。

3. 楽観論に基づく中東諸国の石油生産予測

第10表に示した石油需要量の予測では、非 OECD 諸国の需要量が2030年には、OECD 諸国の石油消費量を上回ると予測している。石油需要の総量は、2000年の7500万バレル/日が、2010年には8880万バレル/日となり、2020年には1億400万バレル/日、さらに2030年では1億2000万バレル/日の予測である。

一方、第11表で石油供給量について見ると、OECD 諸国の供給量は減少せざるを得ないと予測されており、この供給減少分をも補った増産の役割が OPEC に期待されることになる。中東 OPEC は、生産量を2000年の2100万バレル/日から、2010年には、2650万バレル/日へ、さらに2020年には3780万バレル/

第10表 石油需要量予測

(単位: 100万バレル/日)

	2000	2010	2020	2030
OECD 諸国	44.8	49.6	54.0	57.6
非 OECD 諸国	27.1	35.9	46.4	58.3
合計	75.0	88.8	104.0	120.0

(出所) OECD IEA, *World Energy Outlook*, 2002.

第11表 石油供給量予測

(単位: 100万バレル/日)

	2000	2010	2020	2030
中東 OPEC	21.0	26.5	37.8	51.4
インドネシア	1.4	1.5	1.7	1.7
その他 OPEC	6.3	7.9	10.7	11.8
OECD 諸国	21.2	19.8	16.3	12.8
非 OECD 諸国	22.2	28.0	29.4	29.3
合計	75.0	88.8	104.0	120.0
中東 OPEC 比率 (%)	28	30	36	43
OPEC 比率 (%)	38	40	48	54

(出所) OECD IEA, *World Energy Outlook*, 2002.

日へ増大させ、2030年では5140万バレル/日まで生産量を増大させる必要が生じるとしている。このように予測するのは、中東 OPEC が、2030年に5000万バレル/日を超える生産を行う埋蔵量の裏づけを持つと考えているからに他ならない。

以上のように OECD IEA が行っている見積もりは、従来から、需要量を十分にまかなうだけの石油埋蔵量が中東に存在していることを大前提としたシナリオとなっている。埋蔵量に関する確証が持てたときに初めて、中東諸国が生産を増やすことができるだけの資金の手当てが可能だが、次の大きなテーマとなる。同時に石油生産設備の新設と増強に投資するだけの、政治的および社会的な安定が得られるかも課題となる。

4. 悲観論と楽観論の比較検討

キャンベル氏をはじめとする、未発見の石油埋蔵量は少なく、今後埋蔵量の追加に多くを期待できない、との悲観論を採用すると、今後、中東産油国において石油生産を増やすことは難しいとの結論に達する。

第12表は、イランの国営石油会社 NIOC のバクティアリ (Bakhtiari) 氏の論文に記載された中東諸国の今後の石油生産量の予測である。

中東諸国は、埋蔵量の制約から2010年までは増産を続けるものの、その後、生産量は激減し、2020年の生産能力は1742万バレル/日に止まるとの予測となっている。埋蔵量に限

第12表 中東諸国の石油生産量の予測（Wocap Model による）

（単位：1,000バレル／日）

	2000	2005	2010	2020
バハレン	35	25	20	10
イラン	3,770	3,240	3,440	1,140
イラク	2,625	3,490	5,560	5,250
クウェイト	2,150	2,160	1,820	870
オマーン	960	790	580	340
カタール	795	600	490	320
サウジアラビア	9,145	9,260	9,430	8,000
UAE	2,515	2,500	2,220	1,160
イエメン	440	405	290	145
中東合計	23,040	22,950	24,190	17,420

（出所） A.M. Samsam Bakhtiari, *OGJ*, July 7, 2003, pp. 20-28.

りがあるという資源の存在量からの制約に一番の主眼を置いた検討であり、生産量が石油価格に左右される前にそもそも生産できる埋蔵量が十分あるかを分析している。石油価格が上昇しても、新規に石油開発が始まり、生産量が増える可能性は、埋蔵資源量が減り始めると、急速に後退する。第12表でいう生産量は、世界のエネルギー需要は今後も増える中で、最も石油生産余力を持つはずの中東諸国においても、生産制約が生じ、生産量の上限值が存在するという意味では、生産能力を意味することになる。

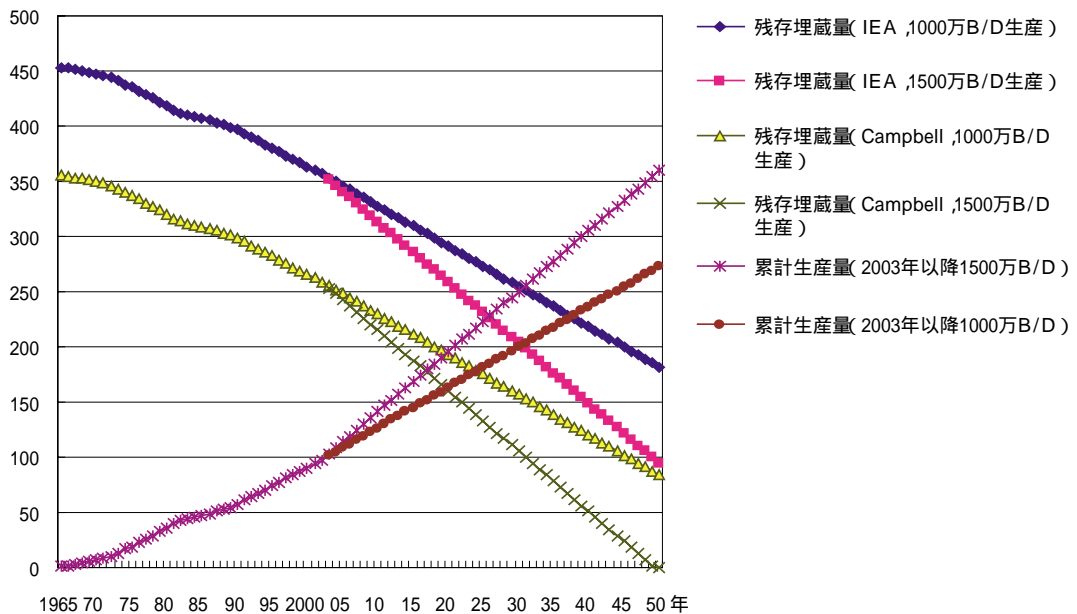
石油の埋蔵量は、大型油田の発見が相次ぐことで急増し、埋蔵量が増える過程で生産量も増やすことができる。しかし、埋蔵量を増加させることは、油田の維持管理を徹底し二次・三次回収を行うのみでは、一時的な回復をもたらすのみに止まる。また、経済的な増産要因として、石油鉱区の開放の促進、あるいは税制度での優遇を行うことは、一時的な生産量の回復をもたらす。このことは、先に見た、米国、および英国の石油生産の歴史を

見ても明らかであり、一時的な生産量の回復が達成されることがわかる（第4図および第5図参照）。ただし、新規の大型油田の発見が減少し、埋蔵量の追加分が少なくなる時期には、生産したくてもできないという立場に産油国は追い込まれることになる。中東の産油国のうちの一部の国は、2020年には、石油に対する需要はあるにもかかわらず、増産したくても増産できず、むしろ生産量がピークを過ぎて減退に向かう立場に追い込まれる可能性が示されている。第12表では、2020年頃には、イラン、クウェイト、オマーン、カタール、イエメンのように、石油輸出に依存した経済を維持できなくなる国が中東に出現する可能性が示唆されている。

それでは世界最大の埋蔵量を誇るサウジアラビアに関して、楽観論と悲観論による埋蔵量数値を用いて、今後、残存埋蔵量と累計生産量が合致する年次（ピークオイルと呼ばれる年次）を試算してみる。楽観論としてIEAの数値（第7表）、悲観論としてキャンベル氏の数値（第6表）を採用する。

第9図 サウジアラビアの石油残存埋蔵量と累計生産量の推移予測

(100億バレル)



(注) 図中の残存埋蔵量は、IEA および Campbell とともに未発見量を加えた数値。残存埋蔵量は、各年の生産量を差し引いて算出。したがって、将来時点に関しては、その先々の時点での確認可採埋蔵量を意味する。

(出所) IEA は第7表で記した OECD IEA, *World Energy Outlook, 2002* より作成。Campbell は第6表で記した Campbell [2002] より作成。

サウジアラビアが2003年以降毎年1500万バレル/日の生産を行う場合と、1000万バレル/日の生産を行う場合である。その結果を図示すると第9図となる。

残存埋蔵量と累計生産量が重なり合う部分が埋蔵量の半分を生産したことになる時点で、国としての生産もピークを打ち、生産量が減少せざるを得なくなる可能性が拡大するいわゆる「ピークオイル」の時点である。

楽観論の IEA の数値に依拠しても、サウジアラビアで2003年以降毎年1500万バレル/日の生産を今後続けていくと、2026年にはピークオイルに達する。生産量を1000万バレル/日に抑制したままであると、2038年がピーク

クオイルとなる。12年間の差異が生じることがわかる。サウジアラビアが今後も石油輸出量において世界の需給の調整役としてキャスチングボードを握る可能性が高いだけに、この12年の差異は今後のエネルギー需給の動向次第で大きな意味を持つ可能性がある。

悲観論（キャンベル氏）の側に立つと状況は深刻となる。生産量を1000万バレル/日に抑制したままであっても2025年にはピークオイルに達し、1500万バレル/日に生産量を増やすと、2017年にはピークオイルに達してしまう。

楽観論および悲観論ともに未発見量を加えた数値であるだけに、1500万バレル/日とい

う生産量をサウジアラビアが採用することは実際には自国の将来の可能性を内外に曝してしまい、このピークオイルの時期以降に明らかとなっていく生産コストの年々の増大傾向の中で、国の収入の最大化のために苦闘しなくてはならなくなる状況が予測される。

5. 埋蔵量の制約から見た生産量予測

中東各国の今後の生産量の増大は残存量を減らし、生産可能年数を縮め、累計生産量と残存可採埋蔵量との合致する生産ピークの時期（ピークオイルと呼ぶ）を早めることがわかった。このように考えると、中東諸国が既存埋蔵量と未発見量が膨大にあるとの前提に立って増産計画を作成すると、早期に資源量がピークを打つ可能性が存在していることがわかる。中東産油国が今後できるだけ長く産油国としての地位を確保できるための望ましい生産量について、その考え方を以下で各国別に検討してみる。

先に掲げた第12表において、今後順調に増産をして生産量を維持できると予測されているのは、イラクのみである。イラクの生産量は、2005年の349万バレル/日が、2010年には556万バレル/日まで増大し、2020年でも525万バレル/日を維持すると予測されている。

なお、イラクの生産量に関しては、2010年で450万バレル/日と見積もる機関も存在しており（ドイツ銀行発表の試算値、OGJ, July 7, 2003, p.24）、今後の政治的・社会的な安定度次第で、数値は異なってくると考えられる。

このようにイラクのみが中東の中で多量の未発見量の存在が推定されている。ただし、

サウジアラビアを上回るほどの石油資源が発見される可能性はないという評価がなされている。

第12表に示した悲観論では、サウジアラビアの石油生産量は当面現状を維持するが、2020年には減少せざるを得ないと見積もられている。実は、悲観論をサポートするサウジアラビアの石油生産に対する懸念が報告されている。サウジアラビアは、石油生産の過半を、世界最大の油田で可採埋蔵量が700億バレルあると見積もられるガワール油田に依存している。この油田の生産量は、1992年から1999年の間に掘られた200本に及ぶ水平掘削井の成功に依存している（OGJ, July 7, 2003, p.21）。水押しにより石油生産が維持されているガワール油田は、石油生産における含水率が急上昇する日が近いとの見方も出されており（OGJ, 同上）、その際には、水処理施設のいっそうの増強が必要であり、そうでないと石油生産の停滞が生じてしまう。よく知られているように、ガワール油田は、お皿を伏せたように中央部が僅かに隆起した広範な広がりをもつ油田構造を持っており、水平掘りによる生産井（Horizontal Well）は、水位の上昇により瞬く間に生産を停止してしまう。サウジの石油生産能力を今後さらに拡大することは実際にはなかなか難しく、コストもかかるとの予測が成り立つ。第9図に示したように、1500万バレル/日の生産を継続することは、将来的なサウジの地位を考えるとピークオイルの到来を早め、決して得策でない可能性がある。

イランに関しては、第12表では、2020年に生産能力が114万バレル/日に減少するとの予測が出されている。イラン国営石油会社の技術者が作成した論文中に記載された数値で

あるだけに、このイランの急減の発生の可能性については、今後、十分な検討が必要となると考える。例えば、1908年に発見された Masjid-I-Suleiman 油田は老朽化が進んでおり現在6000バレル/日の生産量を3万バレル/日に増大させるべく増進回収法（EOR）の導入が進められている。その他の老朽化油田も類似した状況にあり、累計生産量が12億バレルに達した Salman 油田は、残存埋蔵量が4億バレルと見積もられており、既存の8万5000バレル/日の生産量を13万バレル/日まで増大させるために、水平掘りの多用、ガスリフトの実施などの多彩な方式を導入した大掛かりな増産計画が進行中である（Arab Petroleum Research Center [2003]）。このように一つずつの油田の生産の経緯と今後の計画を見ていくと、イランにおいて石油生産量を維持し続けるのみにあっても膨大な資金と準備に年数を要し、全体としての生産量を増大させることはたいへんな努力が必要となることがわかる。

クウェイトの今後の石油生産量は、第12表では、2010年で182万バレル/日まで減少し、さらに、2020年には87万バレル/日まで急減するとの予測となっている。この予測が当てはまるとすると、クウェイトは今後の国家運営において大きな政策選択が必要となることを意味している。クウェイトは従来金融立国となるとの立場を採ってきたが、今後はこの立場をいっそう鮮明に打ち出し、将来的な展望をもった施策を次々と打ち出していく必要が生じるのではないだろうか。

ただし一方、クウェイトの生産量に関しては、2010年で275万バレル/日に増大すると予測する機関（ドイツ銀行）がある（OGJ, July

7, 2003, p.24）。今後の、詳細な検討が是非とも必要となる国である。

UAE の石油生産量は、今後現状程度で推移するとの予測が欧米の研究機関から多く出されている。2005年で250万バレル/日、2010年では222万バレル/日と現状をほぼ維持するとの予測が多い（OGJ, July 7, 2003）。ただし第12表では、2020年においては、116万バレル/日まで減少するとの予測となっている。

カタールに関しては、今後、石油生産量は減少に向かわざるを得ないとの予測が第12表では出されている。

オマーンに関しては、先にも記したように石油生産量の急減が予測されている。2005年の79万バレル/日が、2010年には58万バレル/日となり、2020年には34万バレル/日となるとの予測である。経済政策において、自国民の育成と産業の振興が是非とも必要となることを示唆する数値である。

イエメンの石油生産量に関しても、今後、減少を続けると予測されている。2005年の40万5000バレル/日が、2010年では29万バレル/日に減少し、さらに2020年では14万5000バレル/日まで減少すると予測されている。石油輸出依存の経済体制を、早急に組み換える必要があることを、この数値は意味している。

以上第12表で強く示唆されているように、中東産油国の石油生産の将来を、今後生産を続けられるだけの十分な埋蔵量が存在するか、ピークの生産量には国としていつ到達するか観点から検討を行い、今後の生産量の展望を考察した。その結果、2010年までは産油国としての世界における地位を確保できるものの、その後は急激に生産量が減少していく中東の産油国が出現する可能性があることがわ

かった。石油生産量が2020年に向けて急減する可能性が言われているのは、イラン、UAE、クウェイト、オマーン、カタール、イエメンである。これらの諸国のうち、特にオマーン、イエメンといった諸国は、将来的には、石油輸出国ではなく、石油輸入国、あるいはエネルギー輸入国となっていかなざるを得ない可能性が確かに存在している。この点は、第 1 項で述べたオマーンの例からも明らかである。

まとめ 中東産油国の石油依存と今後の課題

以上見たように、確認可採埋蔵量に未発見量を加え、その合計を生産量で割った生産可能年数で見ると、油田の性質に依拠したピークオイルの考え方を採用し、この到来時期に注目して今後の中東からの石油生産の最適量を考えることが必要と考える。各国内の油田の生産可能量の総計としての各国の生産量を検討することで、その国のピーク生産量に達するピークオイルの時期を考えることができる。ピークオイルの時期を迎えた後には、石油生産量の急減の可能性が存在している。その可能性が存在する国においては、現在石油輸出により得られている資金を、今から国内のインフラ整備、人材の育成のために効果的に使用し、石油輸出量と輸出額の急減に備える必要が生じる。このように考えると、中東産油国の政策の望ましい姿、およびこれら諸国経済の将来のあり方を考える視点はピークオイルの時期を過ぎ、その後のポストオイルを考慮に入れたものとならざるを得ない。

中東産油国の石油輸出国としての立場は、一部の国においてはそもそも埋蔵量が十分でない可能性があり、今後2010年以降にはその経済的基盤が揺らいでくる可能性が存在していることがわかる。その一方、産油国は、石油収入に依存する体質を既に経済構造の中に組み込んでいると言わざるを得ない。例えば、イランの輸出額の8割は原油および石油関連製品であり、サウジアラビアでは9割に達しており、クウェイトはさらに比率が高い。しかも産油国は各国とも、石油価格の推移に強く影響を受けており、毎年の石油価格次第で、産油国の石油収入額は変動してきており、経済成長率は容易にプラス・マイナスを繰り返している。

産油国の今後を考える際に、石油に代わる輸出可能な商品を産油国が保有できれば、石油生産のみに依存しない体制を築くことができ、石油の増産に振り向ける資金も確保できることになる。そうした石油に代わる役割を、近年中東からの輸出が増大しているガス輸出は果たすことができるであろうか。結論を先に述べると、石油輸出ほどの輸出収入をガス輸出から得ることはできず、ガス輸出は経済の一定の下支えの効果しか持たない。

中東諸国にはガスを LNG（液化ガス）として輸出を行っている国がある。それら LNG 輸出国はカタール、UAE およびオマーンであるが、これら諸国のうち、2002年でカタールが27億ドル^(注6)、UAE が10億ドル程度^(注7)の売上高を LNG 輸出により達成したと見積もることができる。日本側の貿易統計（通関ベース）によると、UAE からのガスおよびガス状炭化水素の輸入額は20億ドルを前後する数字で推移しており、LNG に LPG を加え

た値で見ても、UAE からのガス関連製品の輸入額は、およそ石油の 5 分の 1 程度となっている（2001年および2002年の財務省「貿易統計」の数値より算出）。一方カタールの石油輸出額は2002年で71億ドルであり、UAE の石油輸出額は187億ドルである。石油輸出額と比べると、LNG 輸出の貢献度は小さいことがわかる。このように、まず石油輸出量を確保することが、石油輸出に依存する経済構造が出来上がってしまっている産油国経済を破綻させないためには是非とも必要であることがわかる。

今まで行ってきた検討内容から見て、悲観論に立ったとしても、中東産油国はいずれも少なくとも2010年までは産油国としてのプレゼンスを維持することができ、世界のエネルギー供給者としての大きな役割を担うことができると考えられる。しかし、2010年を過ぎると、この立場から脱落していく中東諸国が出現せざるを得ないことが予測される。埋蔵量の制約が存在するために、不可避免的に、一部の国は石油輸出国としての立場から脱落してしまう可能性が高いからである。

しかも、現在、非在来型と呼ばれるオイルサンド、オイルシェール、オリノコータルと呼ばれる原油の代替となる資源の生産コスト

が大幅に低下してきており、中東に多く存在する在来型の原油との競合が今後生じると考えられるようになってきている。

在来型と呼ばれる原油は、中東に最も多く存在しているが、第13表に示すように、非在来型と呼ばれるオイルサンド、および、オイルシェールといった原油の代替資源は、カナダ、米国、ベネズエラといった、中東以外の諸国に多く存在している。

BP 統計によると、原油の確認可採埋蔵量（2000年末）は 1 兆464億バレルであり、2000年の世界の年間石油消費量である272億バレルで除すと、38年分の生産可能な埋蔵量が確認されていることになる。

一方、非在来型の石油資源の確認可採埋蔵量は次第に増大しており、オイルサンドが3400億バレル、オイルシェールが980億バレル、オリノコータルが2700億バレルに達している。しかも、潜在的な開発の可能性を持つ資源量（究極資源量）は、第13表に示すように膨大であり、中東の原油への依存が、埋蔵量の制約から続かなくなるときには、これら非在来型資源への依存度が高まる時期が2010年以降に出現すると考えられる。

以上の状況から判断すると、中東産油国は、今後2010年を目処として国内の構造改革を進

第13表 世界の原油および非在来型石油資源の埋蔵量

（単位：億バレル）

	確認可採埋蔵量	究極資源量	主要埋蔵地域
原油	10 464	20 700	中東など OPEC
オイルサンド	3 400	16 000	カナダ
オイルシェール	980	36 000	米国
オリノコータル	2 700	12 000	ベネズエラ

（注） データは2000年現在、あるいは最も新しい推定に基づく数値。

（出所） World Energy Congress 資料、石油鉱業連盟資料ほかより作成。

める必要が生じていることは明白である。しかも、これら諸国にとっては、国の基盤を固める最後の機会である可能性が高いことがわかる。残された時間は多くなく、人口の増加率も多く、多くの国で3%前後に達している中で、何らかの構造改革を進めることは難題であることは確かであるが、2010年までの時期を逃すと、その先は、収入が減少するとともに、国内の基盤となる産業が育っていないまま、また、人材の育成も進まないままに、財政逼迫という事態を迎えざるを得ない状況が一部諸国において出現すると予想される。また、ガスの輸出により石油輸出の不足分の金額を補うことはガスの輸出量から見ても難しく、コストがかかるとともに、仕向地が限定されるという制約も存在する。このため産油国経済は、今後も基本的には石油輸出に依存する度合いが高いまま推移せざるを得ず、石油輸出量の減少が生じた場合には、これら産油国の経済に大きな影響が及ぶことになる。このような予想が現実のものとなり、石油輸出国からの離脱と石油輸出に依存したままの経済が成り立たなくなる可能性が高い諸国においては、早期に経済構造の改革、石油依存脱却のための政府戦略の立案と実施が必要となる。現在得られている石油収入に目を奪われることなく、国作りと国民の能力向上のため、有益な分野への選択的な資金の投下をしていくことが必要となっていると考えられる。個々の油田の生産可能量の集合としての各国の石油生産の上限値が決まるという基本的な知識を持ったうえで、産油国の今後の政策のあり方、最適なエネルギー選択についての議論を、産油国および消費国がともに深化させていく必要が生じている。

(注1) 石油埋蔵量は以下のように定義される。究極埋蔵量のうちの可採部分をどこまで回収可能か、確認部分は当然生産の対象となるが、推定および予想の部分は、生産を行う中で石油の地中での挙動を見つつ推定されている。また、期待追加の部分からの生産をどの程度実際に加えることができるかは、油田の構造と性質に依存して決まってくる。

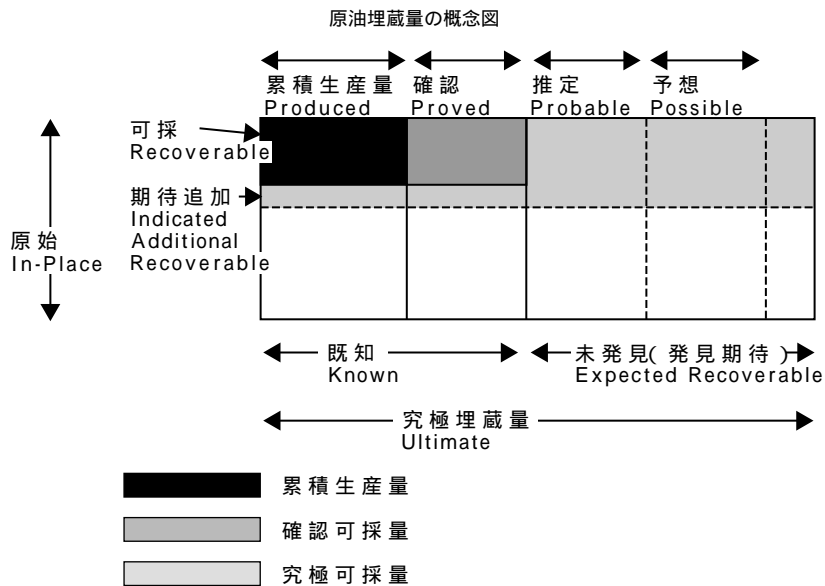
本稿では、究極可採量のうち、累積生産量を除いた今後生産できると見込まれる可採量を考察の主たる対象とし、中東諸国の石油生産の将来の可能性を検討する。

増進回収法(Enhanced Oil Recovery: EOR)の手法を用いることで埋蔵量に追加増量が生じるのは次ページの図の中で期待追加と記載してある矢印から右側の、累積生産量、確認、推定、予想の各部分に含まれる横長の部分である。

(注2) オマーンが減産を実施したのは、一時的にOPECに協調した石油価格の建て直しのためであった。この協調減産実施の宣言は、1999年3月23日の第107回OPEC総会の決議に協調して行われた。OPECは171万6000バレルの減産を実施し、これに対してメキシコ、ノルウェー、ロシアとともにオマーンは、4カ国合計で38万8000バレル/日の減産を、1999年4月1日から実施すると表明し、減産を実際に行った。

(注3) 世界の油田の埋蔵量は34ページの表に示すように、究極埋蔵量の順に世界の大油田を並べると、上位を占める油田は中東諸国に最も多いものの、旧ソ連、ベネズエラ、米国、インドネシア、アルジェリアなどの油田も上位に位置している。これら諸国のうち、OPECに属さない諸国の油田では、生産に携わる民間企業が各々生産量を決定しており、油田から得られる利益の最大化を目指して生産量を増大させる場合がほとんどである。このため、究極可採埋蔵量が上位にある米国の油田で生じたように、早期に生産量の減退を生じさせた場合が多くなっている。個々の油田を見た場合に、生産量の減退、油田の老朽化、埋蔵量の枯渇は、いずれの油田においても必ず生じる現象である。

(注4) まれに、「北海油田や米国の油田は、もとも



(出所) 日石三菱株式会社 [2000] および猪間 [1985] を参考に作成。

と埋蔵量が少なくて、枯渇が早いといわれてきたものである」との主張がなされることがあるが、この見解を採用することはできない。

そもそも次ページの表に記載したように、米国の Prudhoe Bay, East Texas, Wilmington, ノルウェーの Statfjord, 英国の Brent, Forties などはいずれも十分巨大な油田である。これらの油田のうち、最も小さいフォーティーズ油田は18億バレルの埋蔵量があり、ブルドーベイ油田は世界17位で96億バレルの埋蔵量(究極可採量)がある。中東の油田のみが埋蔵量が多いのではなく、他の諸国においても年々の生産量の多寡に依存して累積生産量が積み上がり、残存可採埋蔵量が減少していつにいつは同じである。石油需要量の多い米国では巨大油田が発見されても、発見された当初からできるだけ多量の生産を実施してきたために油田の枯渇が現在は進んでしまった状況が多く、油田で生じているのであり、中東諸国と、その他欧米などの諸国の油田とでは、発見年がそれほど異ならなくても、生産年数に比して、非中東諸国の方が油田の枯渇が早期に進んできたという差異が生じている。

また、世界最大のガワール油田の生産設備は、

大きく三つの油田に分けた生産を実施するよう設置されており、三つの油田の集合体として生産が行われている。生産の累積により可採埋蔵量が減少してきている点は、他の油田と同様であり、枯渇性資源である油田は、生産減退をいずれは迎えるを得ないことも他の油田と差異はない。中東の油田のみが特別の地位にあるわけではなく、むしろ大規模油田が多い分、中東の大産油国では小規模な油田が少ない傾向がある。

(注5) まれに、「北海や米国での生産推移を中東の油田にも当てはめるのであれば、少なくともその根拠を示す必要がある」との主張がなされることがあるが、油田の枯渇は生産の進行とともに必然的に生じる過程であり、中東の油田のみが特別の存在となっていることは有り得ない。

そもそも油田の構造は、生成された石油が貯留岩中に集積し、さらに貯留されるトラップと呼ばれる構造の存在により決定されており、この基本的な構造は世界中で共通であり、地質学的に中東の石油のみが特殊な生成条件にあるわけではない。石油の生産性は、貯留岩の孔隙率と浸透率に大きく依存しており、さらに水押し型、ガスキャップ押し型、溶解ガス押し型などの油層の型に依存し

世界の大油田（15億バレル以上の究極可採埋蔵量を持つ油田）

（単位：100万バレル）

順位	油田名	国	発見年	究極可採量	順位	油田名	国	発見年	究極可採量
1	Ghawar	サウジアラビア	1948	76,432	41	Statfjord	ノルウェー	1948	3,900
2	Burgan	クウェイト	1938	66,000	42	Pazanan	イラン	1961	3,521
3	Kirkuk	イラク	1927	16,320	43	Wafra	中立地帯	1953	3,504
4	Safaniah	サウジアラビア	1951	15,442	44	Paris	イラン	1964	3,134
5	Khafji	中立地帯	1961	15,422	45	Gialo	リビア	1961	3,109
6	Samotlorskoye	旧ソ連	1965	14,600	46	Poza Rica	メキシコ	1930	3,009
7	Romashkino	旧ソ連	1948	14,000	47	Novo Elkhovskoye	旧ソ連	1951	3,000
8	Rumaila	イラク	1953	13,835	48	勝利	中国	1962	3,000
9	Abqaiq	サウジアラビア	1940	12,478	49	大港	中国	1964	3,000
10	Gach Saran	イラン	1937	11,435	50	Maigobek Voznesensko Aliyurt	旧ソ連	1915	2,970
11	Marun	イラン	1963	10,887	51	Dukan	カタール	1940	2,884
12	Lagnillas	ベネズエラ	1926	10,488	52	Masjid e Suleiman	イラン	1908	2,870
13	Agha Jari	イラン	1936	10,044	53	Ust Balyk	旧ソ連	1961	2,847
14	Salym	旧ソ連	1963	10,000	54	Haft Kel	イラン	1927	2,632
15	Fereidoon-Marjan	イラン - サウジ	1966	10,000	55	Rag e Safid	イラン	1964	2,595
16	大慶	中国	1959	10,000	56	Khursaniyah	サウジアラビア	1956	2,542
17	Prudhoe Bay	米国	1968	9,609	57	Bu Hassa	アブダビ	1962	2,516
18	Ahwaz	イラン	1958	9,130	58	Amal	エジプト	1968	2,500
19	Qatif	サウジアラビア	1945	9,075	59	Balakhany Sabunchi Ramany	旧ソ連	1896	2,400
20	Bibi Hakimeh	イラン	1961	8,585	60	Wilmington	米国	1932	2,379
21	Sarir	リビア	1961	8,334	61	Tuymazy	旧ソ連	1937	2,300
22	Raudhatain	クウェイト	1955	7,700	62	Brent	英国	1971	2,250
23	Minas	インドネシア	1944	7,297	63	Umm Shaif	アブダビ	1958	2,249
24	Bachaqero	ベネズエラ	1930	6,637	64	Zelten	リビア	1959	2,200
25	Abu Safah	サウジアラビア	1963	6,619	65	Idd El Shargi	カタール	1960	2,118
26	Khurais	サウジアラビア	1957	6,400	66	Duri	インドネシア	1941	2,020
27	Berri	サウジアラビア	1964	6,086	67	Zakum	アブダビ	1964	2,000
28	East Texas	米国	1930	6,000	68	Comodoro Rivadavia	アルゼンチン	1907	2,000
29	Reformap-Chiapas-Tabasco	メキシコ	1974	5,800	69	Mansuri	イラン	1963	2,000
30	Hassi Messaud S.	アルジェリア	1956	5,754	70	Minagish	クウェイト	1959	2,000
31	Hassi Messaud N.	アルジェリア	1956	5,638	71	Gibson	米国	1937	2,000
32	Damman	サウジアラビア	1938	5,322	72	Bibi Eybat	旧ソ連	1871	2,000
33	Uzen	旧ソ連	1961	5,255	73	Murban Bab	アブダビ	1954	1,974
34	Arian	旧ソ連	1955	4,585	74	Forties	英国	1970	1,800
35	Tia Juana	ベネズエラ	1928	4,495	75	Pembina	カナダ	1953	1,785
36	Zubair	イラク	1948	4,342	76	Mamontovo	旧ソ連	1965	1,752
37	Amal	リビア	1959	4,237	77	Midway Sunset	米国	1894	1,645
38	Nasser	リビア	1959	4,165	78	Shakapovo	旧ソ連	1953	1,640
39	Lama	ベネズエラ	1957	4,143	79	La Paz	ベネズエラ	1925	1,637
40	Sabriyah	クウェイト	1957	4,000	80	Intisar "A"	リビア	1967	1,634

（出所） 猪間 [1985 : 186] より。

て生産可能量が決まってくる。生産設備、生産井数とその配置も、このような地下の条件に従って最適化が図られる。しかも、石油開発産業は、世界標準の技術を用いて成り立っており、グローバル化が、業務の国際化が最も早く進んできた産業

である。欧米オイルメジャー（エクソンモービル、シェル、BP などの大規模石油企業）は、世界各地で石油開発・生産・精製・販売を行っており、世界各地の情報を集めている。特に技術面では、本社に世界のあらゆる場所における同様の問題（地

質調査，物理探査，データ解析，油層トラップ，掘削，坑井調査，泥水処理など）をウオッチする個別分野の専門技術者を配置する体制を築いている。何か解決すべき問題が発生したときには，その担当する分野ごとの専門家が世界のどこにでも駆けつける体制を作っている。途上国の国営石油会社は，このように個別の問題に対して世界でのあらゆる場所での出来事をフォローしており，対処法も知っている専門家が欧米のオイルメジャーから駆けつけて，対応してくれることを大変高く評価している。

北海や米国での生産推移を中東の油田にも当てはめて検討することこそが必要であることを理解しないでは，石油生産の将来を語ることはできない。この点は，欧米のオイルメジャーがどのような組織を持ち，体制を築いているかを見ることでもわかる。

（注6）カタールの輸出先は，量の多い順で見て，日本，韓国，スペイン，米国，プエルトリコであり，合計185億9000万 m³（LNG1357万トン）。LNG価格は日本向けが100万 BTU 当たり4.27ドル，EU向けが100万 BTU 当たり3.47ドルである（BP 統計，2002年による）。

（注7）UAE の輸出先は，日本，スペイン，韓国，ベルギーの順で合計68億5000万 m³（LNG500万トン）である（2002年）。

〔参考文献〕

- Arab Petroleum Research Center [2003] *Arab Oil and Gas Directory 2003*.
- Campbell, Colin J[2002] *Association for the Study of Peak Oil Database for Conventional Oil Endowment*, February 2002
- [1996] "The Status of World Oil Depletion at the End of 1995," *Energy Exploration and Exploitation*, 14(1) pp. 63-81.
- [1988] *The Coming Oil Crisis*, MultiScience Pub-

- lishing Company and Petroconsultants S.A.
- Deffeyes, Kenneth. S[2001] *Hubbert's Peak, The Impending World Oil Storage*, Princeton University Press.
- Johnston, Daniel [2003] *International Exploration Economics, Risk, and Contract Analysis*, PennWell Books.
- [1992] *Oil Company Financial Analysis in Non-technical Language*, PennWell Books.
- Laherrere, Jean [2002] *Comments on the Book: Hubbert's Peak: The Impending World Oil Shortage*, January 6, 2002,
http://www.hubbertpeak.com/laherrere/Deffeyes_comments.pdf
- Masters, C. O., et al[1994] "World Petroleum Assessment and Analysis," 14th World Petroleum Congress, Stavanger
- OECD IEA [2002] *World Energy Outlook, 2002*.
- OGJ (Oil and Gas Journal) Sept. 22, 2003, "Canadian drilling sees a decade of improving success rates" by Nina M. Rach, pp.62-64
- OGJ, July 28, 2003, "OPEC's challenge: Rethinking its quota system," by Rafael Sandrea, pp.31-36
- OGJ, July 14, 2003, "Debate over peak-oil issues boiling over, with major implications for industry, society," by Bob Williams pp.18-29
- OGJ, July 7, 2003, "Middle East oil production to peak within next decade," by A. M. Samsam Bakhtiari, pp. 20-28.
- Zipf, G. K[1949] *Human Behavior and the Principle of Least Effort*, Cambridge, Mass.: Addison-Wesley
- 猪間明俊 [1985] 『石油開発の技術』 幸書房。
- 石油鉱業連盟 [2002] 『石鉱連資源評価スタディ2002年 世界の石油・天然ガス等の資源に関する2000年末評価』。
- 日石三菱株式会社（当時）[2000] 『石油便覧2000』 燃料油脂新聞社。

（たけいし れいじ / 富士通総研経済研究所
上席主任研究員）